

PUBLICATION NUMBER : 11217025
PUBLICATION DATE : 10-08-99

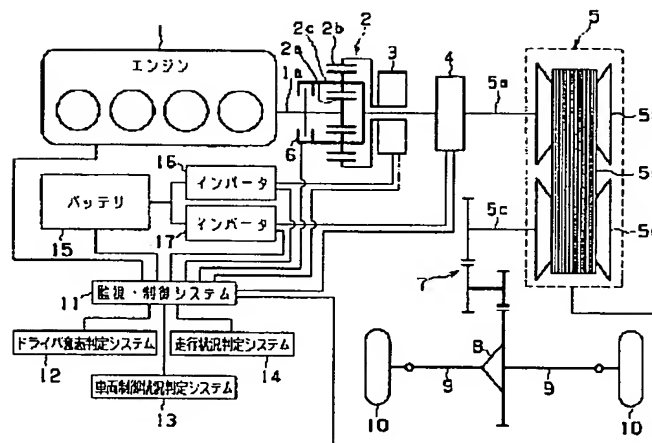
APPLICATION DATE : 03-02-98
APPLICATION NUMBER : 10022211

APPLICANT : FUJI HEAVY IND LTD;

INVENTOR : KASHIWASE HAJIME;

INT.CL. : B60K 17/04 B60K 41/04 B60L 11/14
F02D 29/02

TITLE : HYBRID POWERED AUTOMOBILE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To improve energy efficiency, accomplish assurance of driving force and improvement of recovering efficiency of power energy by two motors of comparatively low power output, optimize control of an engine and the two motors for demanded driving force from drive wheels, reduce mutual influence of control of the engine and the motors, simplify its control, and improve control degrees of freedom.

SOLUTION: An engine 1 is connected to a sun gear 2a, a motor 3 is connected to a flywheel starter gear 2b, a motor 4 is connected to a carrier 2c, the sun gear 2a and the carrier 2c are freely connected to each other by a clutch 6, and a CVT 5 is connected to the carrier 2c. The motors 3, 4 are used as a driving source or a power generator according to traveling conditions, or one of the motors 3, 4 is used as the driving source, the other one is used as the power generator, or one of the motors 3, 4 is used as the driving source or the power generator, the other one is not used as control, and a differential motion of a planetary gear unit 2 is fixed by the clutch 6 to form a drive shaft directly connected to the engine 1 disposing the two motors 3, 4 between the engine 1 and the CVT 5.

COPYRIGHT: (C)1999,JPO

THIS PAGE BLANK (USPTO)

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-217025

(43)公開日 平成11年(1999) 8月10日

(51)Int.Cl.⁶

識別記号

F I

B 6 0 K 17/04

B 6 0 K 17/04

G

41/04

41/04

B 6 0 L 11/14

B 6 0 L 11/14

F 0 2 D 29/02

F 0 2 D 29/02

D

審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 9 頁)

(21)出願番号

特願平10-22211

(22)出願日

平成10年(1998) 2月 3日

(71)出願人 000005348

富士重工業株式会社

東京都新宿区西新宿一丁目7番2号

(72)発明者 柏瀬 一

東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士

重工業株式会社内

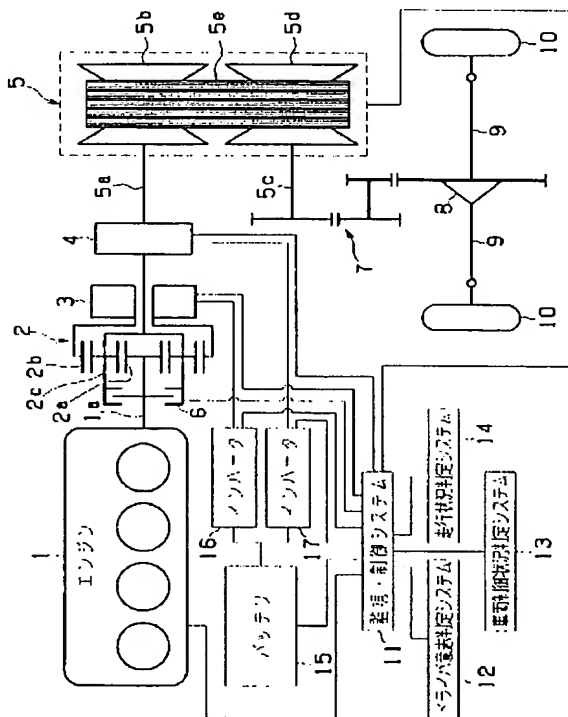
(74)代理人 弁理士 伊藤 進

(54)【発明の名称】 ハイブリッド車

(57)【要約】

【課題】 エネルギー効率に優れ、比較的低出力の2つのモータで駆動力の確保と動力エネルギーの回収効率向上を達成し、駆動輪からの要求駆動力に対してエンジン及びモータ制御の最適化を図り、また、エンジンと2つのモータの制御の互いの影響が少なく、制御も簡素で制御自由度も向上させる。

【解決手段】 エンジン1をサンギヤ2aと連結し、リングギヤ2bにモータ3を連結し、キャリア2cにモータ4を連結し、サンギヤ2aとキャリア2cをクラッチ6で結合自在にし、キャリア2cにC/VT5を連結する。モータ3、4は、走行条件に応じ、共に駆動源か発電機とし、又は、一方を駆動源、他方を発電機とし、又は、一方を駆動源か発電機、他方を制御無しとし、また、クラッチ6でプラネタリギヤユニット2の差動を固定してエンジン1とC/VT5の間に2つのモータ3、4を配置するエンジン1からの直結駆動軸を形成可能にする。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 エンジンの出力とモータの出力とを併用して走行駆動源とするハイブリッド車において、

上記エンジンの出力軸と連結したサンギヤと、このサンギヤに噛合するピニオンを回転自在に支持するキャリアと、上記ピニオンに噛合するリングギヤとを有するプラネタリギヤと、

上記プラネタリギヤのリングギヤに連結し、駆動源あるいは発電機として切換え使用可能な第1のモータと、

上記プラネタリギヤのキャリアに連結し、駆動源あるいは発電機として切換え使用可能な第2のモータと、

上記プラネタリギヤのサンギヤとキャリアとリングギヤのいずれか2つを結合自在な連結機構と、

上記第2のモータとともに上記プラネタリギヤのキャリアに連結し、複数段あるいは無段階に切り換え可能な変速比に応じて上記プラネタリギヤと駆動輪との間で変速及びトルク増幅を行なう動力変換機構とを備えたことを特徴とするハイブリッド車。

【請求項2】 上記動力変換機構を、入力軸に軸支されるプライマリブリーと出力軸に軸支されるセカンダリブリーとの間に駆動ベルトを巻装してなるベルト式無段変速機とすることを特徴とする請求項1記載のハイブリッド車。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、エンジンとモータとを併用するハイブリッド車に関し、より詳しくは比較的低出力の2つのモータを用いて駆動力の確保と動力エネルギーの回収効率を向上するハイブリッド車に関する。

【0002】

【従来の技術】近年、自動車等の車両においては、低公害、省資源の観点からエンジンとモータとを併用するハイブリッド車が開発されており、このハイブリッド車では、発電用と動力源用との2つのモータを搭載することで動力エネルギーの回収効率向上と走行性能の確保とを図る技術が多く採用されている。

【0003】例えば、特開平9-46821号公報には、ディファレンシャルギヤ等の差動分配機構による動力分配機構を用いてエンジンの動力を発電機とモータ（駆動用モータ）とに分配し、エンジンの動力の一部で発電しながらモータを駆動して走行するハイブリッド車が開示されており、また、特開平9-100853号公報には、プラネタリギヤによってエンジンの動力を発電機とモータ（駆動用モータ）とに分配するハイブリッド車が開示されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前述した各先行技術においては、低速時の駆動力の大半を駆動用モータに依存するため、駆動用に大容量の大型のモータが必要となるばかりでなく、駆動輪で必要とするトル

クに対する増幅機能を電力に依存するため、バッテリー容量が十分でない場合にも一定の走行性能を維持することのできる充電容量をもった充電機が要求されることになり、コスト増の要因となる。

【0005】また、車両においてはモータ（発電機）の回転制御範囲を超えるような出力軸回転数の変化があるため、エンジン出力を発電機と駆動用モータとに分配するだけでは、駆動輪からの要求駆動力に対し、必ずしもエンジン及びモータの制御を十分に最適化できるとは限らない。

【0006】ところで、エンジンと2つのモータを有するハイブリッド車では、車両の利用形態や車両の走行条件により、エンジンと2つのモータの最適な制御方法が変化するが、エンジンと2つのモータの制御が互いに影響し合うことなく、それぞれの効率の良い運転範囲で適切、かつ、簡素に制御できることが望ましい。

【0007】また、ハイブリッド車では、トルク電力間でのエネルギーの変換も必要最小限にすることも効率向上のためには重要課題である。

【0008】本発明は上記事情に鑑みてなされたもので、エネルギー効率に優れ、比較的低出力の2つのモータを用いて駆動力の確保と動力エネルギーの回収効率向上を達成するとともに、駆動輪からの要求駆動力に対してエンジン及びモータ制御の最適化を実現することができ、また、エンジンと2つのモータの制御の互いの影響が少なく、制御も簡素で、制御自由度の高いハイブリッド車を提供することを目的としている。

【0009】

【課題を解決するための手段】請求項1記載の発明は、エンジンの出力とモータの出力とを併用して走行駆動源とするハイブリッド車において、上記エンジンの出力軸と連結したサンギヤと、このサンギヤに噛合するピニオンを回転自在に支持するキャリアと、上記ピニオンに噛合するリングギヤとを有するプラネタリギヤと、上記プラネタリギヤのリングギヤに連結し、駆動源あるいは発電機として切換え使用可能な第1のモータと、上記プラネタリギヤのキャリアに連結し、駆動源あるいは発電機として切換え使用可能な第2のモータと、上記プラネタリギヤのサンギヤとキャリアとリングギヤのいずれか2つを結合自在な連結機構と、上記第2のモータとともに上記プラネタリギヤのキャリアに連結し、複数段あるいは無段階に切り換え可能な変速比に応じて上記プラネタリギヤと駆動輪との間で変速及びトルク増幅を行なう動力変換機構とを備えたことを特徴とする。

【0010】請求項2記載の発明は、請求項1記載の発明において、上記動力変換機構を、入力軸に軸支されるプライマリブリーと出力軸に軸支されるセカンダリブリーとの間に駆動ベルトを巻装してなるベルト式無段変速機とすることを特徴とする。

【0011】すなわち、請求項1記載の発明では、エン

ジンの出力軸をプラネタリギヤのサンギヤと連結し、プラネタリギヤのリングギヤに第1のモータを連結し、プラネタリギヤのキャリアに第2のモータを連結し、プラネタリギヤのサンギヤとキャリアとリングギヤのいずれが2つをクラッチ等の連結機構で結合自在にして、さらに、プラネタリギヤのキャリアに複数段あるいは無段階に変速比を切り換え可能な動力変換機構を連結して、この動力変換機構はプラネタリギヤと駆動輪との間で変速及びトルク増幅を行なう。

【0012】第1、第2のモータは、走行条件により、同時に駆動源あるいは発電機とし、又は、一方を駆動源、他方を発電機とし、又は、一方を駆動源あるいは発電機、他方を制御無しの状態として使用することができる。また、クラッチでプラネタリギヤの差動を固定して、エンジンと動力変換機構の間に2つのモータを配置するエンジンからの駆動軸を形成できる。

【0013】このため、走行条件に応じて最適な制御を選択することが可能となり、例えば、クラッチ解放の状態では、第1、第2のモータを共に駆動源として走行する、第1、第2のモータどちらか一方を駆動源、他方を発電機として走行する、エンジンからの駆動力を用いずに第2のモータのみを駆動源あるいは発電機として走行する等が可能で、クラッチ固定の状態では、プラネタリギヤの特性を考慮せずに単純に制御することが可能になり、トルク・電力間でのエネルギーの変換も最小限で効率を大幅に向上することができる。

【0014】また、請求項2に記載したように、動力変換機構としては、入力軸に軸支されるプライマリプーリと出力軸に軸支されるセカンダリプーリとの間に駆動ベルトを巻装してなるベルト式無段変速機を用い、変速比を無段階に切り換えて変速及びトルク増幅を行なうことが望ましい。

【0015】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。図1～図9は本発明の実施の一形態に係わり、図1は駆動系の基本構成を示す説明図、図2はクラッチ解放状態でエンジンの駆動力を考慮して第1、第2のモータによって走行する場合のトルク及び電気の流れを示す説明図、図3はクラッチ解放状態でエンジンの駆動力を考慮して第1のモータでは駆動を第2のモータでは発電をして走行する場合のトルク及び電気の流れを示す説明図、図4はクラッチ解放状態で第1のモータを発電機として使用し、第2のモータで駆動力を発生させる制動の場合のトルク及び電気の流れを示す説明図、図5はクラッチ解放状態で車両後退時のトルク及び電気の流れを示す説明図、図6はクラッチ固定状態でエンジン及び第1、第2のモータによって走行する場合のトルク及び電気の流れを示す説明図、図7はクラッチ固定状態で第1、第2のモータを発電機として使用する場合のトルク及び電気の流れを示す説明図、図8は第2の

モータのみを利用して駆動力を得る場合のトルク及び電気の流れを示す説明図、図9は第2のモータのみを利用して制動力を得る場合のトルク及び電気の流れを示す説明図である。

【0016】本発明によるハイブリッド車は、エンジンとモータとを併用するパラレルハイブリッド式の車両であり、図1に示すように、エンジン1の出力軸1aが、プラネタリギヤユニット2（シングルピニオン）のサンギヤ2aに連結され、プラネタリギヤユニット2のリングギヤ2bにはプラネタリギヤユニット2の機能を制御するとともに駆動源あるいは発電機として切換え可能な第1のモータ3（以下、単にモータ3と呼称）が連結され、プラネタリギヤユニット2のサンギヤ2aとリングギヤ2bとに噛合するピニオンを回転自在に支持するキャリア2cには、駆動源あるいは発電機として切換え可能な第2のモータ4（以下、単にモータ4と呼称）と変速及びトルク増幅を行なって走行時の動力変換機能を負担する動力変換機構5とが連結されて駆動系が主要に構成されている。

【0017】また、上記プラネタリギヤユニット2は、上記サンギヤ2aとリングギヤ2bとキャリア2cのうち、本発明の実施の形態では上記サンギヤ2aと上記キャリア2cとが連結機構としてのクラッチ6で結合自在に形成されている。

【0018】上記動力変換機構5としては、歯車列を組み合わせた変速機や流体トルクコンバータを用いた変速機等を用いることが可能であるが、入力軸5aに軸支されるプライマリプーリ5bと出力軸5cに軸支されるセカンダリプーリ5dとの間に駆動ベルト5eを巻装してなるベルト式無段変速機（CVT）を採用することが望ましく、本形態においては、以下、上記動力変換機構5をCVT5として説明する。

【0019】すなわち、本形態におけるハイブリッド車の駆動系では、エンジン1の出力軸1aとCVT5の入力軸5aとの間にプラネタリギヤユニット2が配置されており、このプラネタリギヤユニット2のサンギヤ2aがエンジン1の出力軸1aに連結されるとともに、キャリア2cが一方のモータ4を介してCVT5の入力軸5aに結合され、リングギヤ2bに他方のモータ3が連結され、さらに、プラネタリギヤユニット2のサンギヤ2aとキャリア2cとがクラッチ6で結合自在になっている。そして、CVT5の出力軸5cに減速歯車列7を介してデファレンシャル機構8が連設され、このデファレンシャル機構8に駆動軸9を介して前輪あるいは後輪の駆動輪10が連設される。

【0020】また、上記エンジン1、2つのモータ3、4、CVT5、クラッチ6は、監視・制御システム11によって集中制御される。この監視・制御システム11には、アクセルペダルやブレーキペダルの踏み込み操作、ステアリングの操舵角等を検出してドライバの運転

操作状況を判定するドライバ意志判定システム12、ブレーキ操作状態、エンジン1やABS（アンチスキッドブレーキシステム）等に対する各種制御量、灯火類やエアコン等の補機類の作動状態等から車両の制御状況を判定する車両制御状況判定システム13、車速、登坂や降坂、路面状態等の現在の車両の走行状態の変化を判定する走行状況判定システム14等が接続され、エンジン1、2つのモータ3、4、CVT5、クラッチ6の作動状態やバッテリー15の状態を監視し、各システムからの情報に基づいて、エンジン1の制御、インバータ16、17を介してのモータ3、4の駆動及びバッテリー15の充電制御、CVT5の変速比や供給油圧の制御等を行う。

【0021】以上の構成による駆動系では、前述したように、エンジン1をプラネタリギヤユニット2のサンギヤ2aへ結合するとともに、リングギヤ2bにモータ3を連結して、キャリア2cからプラネタリギヤで合成した出力を得るようにし、また、上記キャリア2cにモータ4を連結してモータ4による出力も合成できるようにし、さらにこれら出力をCVT5によって変速及びトルク増幅して駆動輪10に伝達するようにしているため、2つのモータ3、4は発電と駆動力供給との両方に使用することができ、比較的小出力のモータを使用することができる。

【0022】すなわち、クラッチ6を解放状態として、エンジン1の駆動力を考慮し（エンジン1による駆動力がプラネタリギヤユニット2のサンギヤ2aに入力され）、また、モータ3により駆動される場合は、図2に示すように、エンジン1からの駆動力はサンギヤ2aへの入力トルク T_s に、また、バッテリー15からインバータ16を介して電気エネルギーがモータ3に供給され、モータ3で駆動力に変換されてリングギヤ2bへの入力トルク T_r となるわけであるが、プラネタリギヤの入出力特性から、サンギヤ2aへの入力トルク T_s 、リングギヤ2bへの入力トルク T_r 、キャリア2cの出力トルク T_c は、以下の(1)式で示すような関係となる。

$$T_c = T_s + T_r \quad \cdots (1)$$

【0023】従って、プラネタリギヤユニット2で、エンジン1によるサンギヤ2aへの入力トルク T_s と、モータ3によるリングギヤ2bへの入力トルク T_r とが合成されてキャリア2cから出力され、エンジン1とモータ3のそれぞれの出力トルクが小さい場合であってもキャリア2cから大きな出力トルクを得ることができる。

【0024】加えて、プラネタリギヤユニット2のキャリア2cには、モータ4が連結されており、このモータ4による駆動力も合成することで、より大きな出力トルクを得ることができる。すなわち、この場合は、バッテリー15からインバータ17を介して電気エネルギーがモータ4に供給され、モータ4で駆動力に変換されて、上述のプラネタリギヤユニット2で合成された出力トルク T

cにさらに加えて出力される。モータ4による出力トルクを T_m とすると、CVT5に輸入される最大出力可能なトルク T_{out} は、以下の(2)式で示す値となる。

$$T_{out} = T_c + T_m = T_s + T_r + T_m \quad \cdots (2)$$

【0025】このように、エンジン1、モータ3、4のそれぞれの出力トルクが小さい場合であっても大きな出力トルクを得ることができ、CVT5を介して駆動輪10に伝達されて大きな車両駆動力を得ることができる。尚、図2及び以下に説明する図3～図9において、二点鎖線は電気の流れを模式的に示し、一点鎖線はトルク伝達の流れを模式的に示す。

【0026】この場合、プラネタリギヤにおいて、サンギヤ2aの入力トルク T_s とリングギヤ2bの入力トルク T_r とは、それぞれが合成されてキャリア2cの出力トルク T_c となるためには互いに反力を受けなくてはならず、各入力トルク T_s 、 T_r の関係は、サンギヤ2aの歯数 Z_s 、リングギヤ2bの歯数 Z_r によって表されるギヤ比 i （ $i = Z_s / Z_r$ ）を用いて表わされる以下の(3)、(4)式に示す関係から、以下の(5)式を満足しなければならない。

$$T_c \cdot i = (1 + i) \cdot T_s \quad \cdots (3)$$

$$T_c \cdot 1 / (1 + i) = T_r \quad \cdots (4)$$

$$T_s = i \cdot T_r \quad \cdots (5)$$

【0027】また、プラネタリギヤにおいては、サンギヤ2aの回転数を N_s 、リングギヤ2bの回転数を N_r 、キャリア2cの回転数を N_c とすると、各回転数は以下の(6)式で示される関係となり、サンギヤ2aの回転数 N_s 及びリングギヤ2bの回転数 N_r を制御することでキャリア2cの回転数 N_c を自由に設定することができる。尚、 $N_s = N_r$ のときには、 $N_c = N_r = N_s$ となり、全ての入出力回転数が一致する。

$$(1 + i) \cdot N_c = N_r + i \cdot N_s \quad \cdots (6)$$

【0028】従って、プラネタリギヤの各ギヤへの入出力トルクの関係はプラネタリギヤのギヤ比 i で決まるため、各ギヤのトルク関係を維持した上で、モータ3の回転数を制御すると、プラネタリギヤの出力回転数に関係なく、エンジン1の回転数を自由に設定できることになり、例えば、所定の条件では走行中にエンジン1を停止する、燃料消費率のよいエンジン回転数領域を使う等の制御が可能になる。

【0029】一般的に、プラネタリギヤの構造上、 $Z_s < Z_r$ であるためギヤ比 i は $i < 1$ であり、上記(5)式から明らかなように、リングギヤ2bへの入力トルク T_r はサンギヤ2aへの入力トルク T_s に対して $1/i$ （ > 1 ）倍となる。しかし、この時のリングギヤ2bの入力トルク T_r はモータ3のみにより得られているから、バッテリー15からの電力の供給が必要になり、例えば長時間の走行を行うとバッテリー15の充電量が不足するような事態が予想される。従って、このような場合には、図3に示すように、モータ4を発電機として使用

し、走行する。

【0030】すなわち、プラネタリギヤの出力軸上のモータ4を発電機として使うことで、エンジン出力に対して、プラネタリギヤへの入力トルクのうち、リングギヤ2bからの入力トルク分をモータ4で吸収し、これにより得られた電力でモータ3を駆動することで、バッテリー15に充電された電気を使わないでエンジン1だけの走行が可能になる。

【0031】この時、モータ3の発生駆動力に必要な電力は、モータ3、4やインバータ16、17の効率特性より、モータ3の駆動力によるモータ4の発電量だけでは十分でないため、モータ3とエンジン1の出力トルクの一部を加えた駆動力による発電となる。

【0032】尚、このような状況で、バッテリー15への充電が必要になったときには、モータ3の必要電力に対し、モータ4の発電量が多くなるように制御する。また、主としてエンジン1の駆動力で走行中に、登坂や急加速等によってエンジン1の出力に対して負荷が大きくなり、モータ3のアシスト力を大きくする必要が生じた場合には、モータ4の発電量を抑えてプラネタリギヤユニット2の出力トルクの動力吸収量を抑えたとともに、不足するモータ3への電力の供給をバッテリー15から行うように制御する。

【0033】一方、減速時や制動時等において、クラッチ6が解放状態では、CVT5からの入力トルクに対し、バッテリー15に十分な充電が行われており、バッテリー15への充電が必要ない場合で、エンジンブレーキのみ又はエンジンブレーキと一部モータによる動力吸収を併用する際は、前述のようにプラネタリギヤの特性から、モータ3でもトルクの吸収を行わなければならない。このとき、エンジンブレーキとモータ3でトルクの吸収が行われることから大きな制動力と同時にモータ3による発電が行われることになる。

【0034】このため、図4に示すように、モータ3の吸収トルク分の駆動力を、モータ3で発電した電力でモータ4に発生させることで、バッテリー15に充電すること無しにエンジンブレーキのみを発生させることが可能となる。

【0035】この時、モータ4の発生駆動力に必要な電力は、モータ3、4やインバータ16、17の効率特性より、モータ4の駆動力によるモータ3の発電量だけでは十分でないため、モータ4とエンジン1への一部を加えた駆動力による発電となる。なお、バッテリー15への充電が必要になった場合には、モータ3の発電量をそのままにしてモータ4への供給電力を低くするように制御することで、エンジンブレーキ性能を低下させることなくバッテリー15への充電が可能となる。

【0036】さらに、車両が後退する場合には、一般にはエンジン回転は前進時と同一方向の回転であることから、モータ4で走行することになるが、バッテリー15の

充電量が不足する場合は、図5に示すように、エンジン1の出力トルクをモータ3でプラネタリギヤユニット2のキャリア2cに出力しないようにトルク調整をしながら発電することで、後退時の走行性を確保することが可能である。この時、バッテリーの充電量に合わせて、バッテリー15のみの走行から、モータ3からの充電をしながらの走行までを状況に応じて制御することが可能である。

【0037】以上の様に、走行条件に応じ、クラッチ6を解放状態として、プラネタリギヤユニット2を介してのエンジン1及びモータ3、4の駆動と発電によりトルクを制御することでバッテリー15への充電とCVT5に対しての出力を適切に行うことが可能になっている。

【0038】以上説明したように、クラッチ6を解放状態とし、エンジン1へのトルクの入出力を伴って走行する各場合では、プラネタリギヤの特性から必ずモータ3を制御しなくてはならず、本来ならエンジン1の出力を直接CVT5に伝達すれば良い場合でも、モータ3や場合によってはモータ4を制御することが必要になる。特に、2つのモータ3、4のうち一方を発電機とし、他方を駆動源として用いると、一方のモータではトルクから電力への変換を行い、他方のモータでは電力からトルクへの変換を行って必要なトルクあるいは電力を得ることになるため、これら変換効率等の影響を大きく受け、全体のエネルギー効率の大きな低下を招く。また、2つのモータ3、4を、それぞれ別々に制御するために複雑な制御仕様が必要になってくる。

【0039】このため、本形態では、走行条件（例えば、エンジン1を最大出力で走行する場合等）によって、クラッチ6を解放状態から固定状態に制御して、クラッチ6によりプラネタリギヤユニット2のサンギヤ2aとキャリア2cとを結合し、間に2つのモータ3、4が配置された、エンジン1からCVT5に至るエンジン直結の駆動軸が形成できるようになっている。

【0040】すなわち、クラッチ6を固定状態としてプラネタリギヤユニット2の差動をクラッチ6で固定し、エンジン1及びモータ3、4により駆動力を得ようとした場合は、前述の図2や図3で説明したように、エンジン1、モータ3又はモータ4のそれぞれの出力トルクの間係を制御すること無しに、図6に示すように、エンジン1、モータ3又はモータ4の駆動輪10側に必要な駆動トルクを任意に発生させる制御が可能になる。

【0041】このため、制御仕様の簡素化と、例えばモータ3又はモータ4のどちらか一方のみで駆動力を発生するように2つのモータ3、4を制御しなければならない場合に比べ、モータ3、4、インバータ16、17及び電力線を通過する電力を最小限にすることができ、充電された電気エネルギーの有効利用が可能になる。尚、プラネタリギヤユニット2が固定されているため、モータ3、4に駆動力を発生させなければ、通常のエンジンの

みの車両と同様の駆動システムとなる。これは、図3のモータ3を駆動源とし、モータ4を発電機としてエンジン1のみの駆動とする場合に比較してエネルギーがないため、エンジン1の必要駆動力も必要以上に増加することがない。

【0042】また、クラッチ6を固定状態としてプラネタリギヤユニット2のキャリア2cからの入力トルクに対してモータ3、4の発電及びエンジンブレーキで制動をかける場合も同様に、前述の図4で説明したような、エンジン1、モータ3及びモータ4のそれぞれの制動トルクの関係を制御すること無しに、図7に示すように、エンジン1におけるエンジンブレーキの制御、モータ3及びモータ4のそれぞれの発電によるブレーキ制御を必要に応じて任意に制御することが可能になり、制御仕様の簡素化と、例えばモータ3又はモータ4のどちらか一方のみで発電して、2つのモータ3、4を制御し発電しなければならない場合に比べ、モータ3、4、インバータ16、17及び電力線を通過する電力を最小限にして、発電時の電気エネルギーの利用が可能になる。尚、モータ3、4に制動力を発生させなければ、通常のエンジン1のみの車両と同様の駆動システムになる。

【0043】このように、走行条件に応じてクラッチ6によりプラネタリギヤユニット2のサンギヤ2aとキャリア2cとを結合する制御を行うことで、エンジン1、2つのモータ3、4のそれぞれの出力トルク又は制動トルクの関係を制御すること無しに必要な駆動トルク又は制動トルクを任意に発生させる制御が可能になり、制御仕様の簡素化、電気エネルギーの有効利用が可能になる。

【0044】そして、CVT5の入力軸5aへ出力される駆動力は、CVT5の使用によってさらに適切に制御され、エンジン1及びモータ3、4の出力効率を最適化するとともに、駆動軸で必要とされる駆動力を確保することができる。

【0045】ここで、前述したようにクラッチ6を解放状態とした際、プラネタリギヤの入出力トルクの関係はギヤ比*i*で決まるため、各ギヤのトルクの関係を維持した上で、モータ3の回転数を制御するとエンジン1とキャリア2cの回転数を制御することが可能である。このため、車速が低い場合は、サンギヤ2a又はリングギヤ2bのどちらかの回転数を高くすることで、もう片方の回転を止めたり、また、エンジン1を回転させたまま出力軸回転を逆にすることが可能であるが、車速が高い場合では、どちらか一方の回転数を一定とし、出力軸回転数を高くしようとする、もう片方の回転数を必要とする出力回転よりも高くしなければならない。

【0046】例えば、エンジン1によって駆動されるサンギヤ2aの回転数を一定とし、サンギヤ2aを基準とするリングギヤ2b及びキャリア2cの回転数について考えると、この場合は、サンギヤ2aを固定した場合と同様であり、上記(6)式において $N_s = 0$ とおくこと

ができることから、モータ3によって駆動されるリングギヤ2bの回転数(サンギヤ2aに対する回転数差)はキャリア2cの回転数(同じく、サンギヤ2aに対する回転数差)の $(1+i)$ 倍となる。

【0047】また、モータ3によって駆動されるリングギヤ2bの回転数を一定とし、リングギヤ2bを基準とするサンギヤ2a及びキャリア2cの回転数について考えると、リングギヤ2bを固定した場合と同様であることから、上記(6)式において $N_r = 0$ とおくことができ、エンジン1によって駆動されるサンギヤ2aの回転数(リングギヤ2bに対する回転数差)はキャリア2cの回転数(同じく、リングギヤ2bに対する回転数差)の $(1+i) - i$ 倍となる。

【0048】すなわち、サンギヤ2aを駆動するエンジン1の回転数を一定として出力回転数(キャリア回転数)を高くしようするとモータ3の回転数が出力回転数(キャリア回転数)よりも高くなり、リングギヤ2bを駆動するモータ3の回転数を一定として出力回転数(キャリア回転数)を高くしようするとエンジン1の回転数が出力回転数(キャリア回転数)よりも高くなってしまふ。このように、モータ回転数が高くなることは効率及び信頼性の低下を招くことになり、また、エンジン回転数が高くなることにより高回転対応のための内部フリクションの増加等を招く。

【0049】本来、エンジンは、燃焼効率の高い、排気ガスの清浄化を期待できる回転数域で使用されることが望ましく、一方、車両においては、モータの回転制御範囲を超えるような出力軸回転数の変化がある。従って、駆動輪10からの要求駆動力に対し、プラネタリギヤユニット2の出力軸に配置したCVT5の変速比を適切に制御することで、プラネタリギヤユニット2への入力トルクを低く抑えることが可能となり、プラネタリギヤユニット2の出力回転数を適切に制御することができる。

【0050】さらに、モータ4がキャリア2cと連結され、クラッチ6が解放状態でモータ3に駆動力が作用しなければ、プラネタリギヤユニット2から駆動力は出力されないため、図8に示すように、駆動輪10における必要な駆動力をモータ4及びCVT5の変速比のそれぞれを制御して発生させること、あるいは、図9に示すように、駆動輪10における必要な制動力をモータ4及びCVT5の変速比のそれぞれを制御して発生させることが可能である。

【0051】すなわち、モータ4が駆動軸9に対しある一定ギヤ比で連結しているとすると、このギヤ比を車両の高速走行時を想定し、モータ4の回転数を抑えるように設定すると、駆動輪10において必要な最大駆動力に対応するための駆動力と発電による制動力が求められるため、モータ4の大容量化が避けられない。一方、出力の小さい小型のモータで駆動力を得るためのギヤ比を設定すると、車両を高速走行しようとしてもモータ回転数

が追従できないことになる。そこで、モータ4と駆動軸9の間にC V T 5を配置することで、駆動輪に必要な駆動力をモータ4及びC V T 5の変速比のそれぞれで制御し、最も出力効率の高いモータの使用と同時に、十分な駆動力を確保することが可能となる。同様に、モータ4及びC V T 5の変速比のそれぞれを制御することで、駆動輪に必要な制動力を得ることが可能になる。尚、モータ3に駆動力や制動力を発生させないことは、エンジン1の運転条件に関係なく、モータ4とC V T 5の制御のみで車両の走行条件を設定できるので、制御仕様も簡素にすることができる。

【0052】また、クラッチ6を固定状態としてエンジン1からC V T 5に至るエンジン直結の駆動軸を構成する場合も、エンジン1では特に作動条件により燃料の消費率や排気ガス特性も大幅に異なることから、最も作動効率の良い状態での使用が望ましい。そこで、上述のモータ4とC V T 5の制御で説明した場合と同様に、車両の走行状態に関係なく、モータ4の入出力トルクとC V T 5のギヤ比を制御することで、特に車両が停止あるいは極低速の場合を除いて、エンジン1の燃料消費率の良い、排気ガスの低減が可能な回転領域での使用頻度をモータ3を制御すること無しに、大幅に増やすことが可能となる。

【0053】すなわち、必要な駆動軸の回転数と車両駆動力の変化に対し、C V T 5によってエンジン1とモータ3、4の使用条件を最適範囲に抑えることでエンジン性能を特化し、さらに、燃焼効率の高い、排気ガスエミッションの低い領域でエンジン1を使用する頻度を大幅に増やすことができ、走行性能を確保しつつ、燃費改善、低公害化を実現することができるのである。

【0054】

【発明の効果】以上説明したように、請求項1記載の発明によれば、エンジンの出力軸をプラネタリギヤのサンギヤと連結し、プラネタリギヤのリングギヤに第1のモータを連結し、プラネタリギヤのキャリアに第2のモータを連結し、プラネタリギヤのサンギヤとキャリアとリングギヤのいずれか2つをクラッチ等の連結機構で結合自在にして、さらに、プラネタリギヤのキャリアに複数段あるいは無段階に変速比を切り換え可能な動力変換機構を連結して、この動力変換機構はプラネタリギヤと駆動輪との間で変速及びトルク増幅を行なうため、第1、第2のモータは、走行条件により、同時に駆動源あるいは発電機とし、又は、一方を駆動源、他方を発電機とし、又は、一方を駆動源あるいは発電機、他方を制御無しの状態として使用することができ、また、クラッチでプラネタリギヤの差動を固定して、エンジンと動力変換機構の間に2つのモータを配置するエンジンからの直結駆動軸を形成でき、走行条件に応じて最適な制御を選択することができる。例えば、クラッチ解放状態で、第1、第2のモータを共に駆動源として走行する、第1、

第2のモータどちらか一方を駆動源、他方を発電機として走行する、エンジンからの駆動力を用いずに第2のモータのみを駆動源あるいは発電機として走行する、あるいは、クラッチ固定状態として、プラネタリギヤの特性を考慮せずに単純に効率よく走行する等の様々な制御が可能となり、エネルギー効率に優れ、比較的低下出力の2つのモータを用いて駆動力の確保と動力エネルギーの回収効率向上を達成するとともに、駆動輪からの要求駆動力に対してエンジン及びモータ制御の最適化を実現し、また、エンジンと2つのモータの制御の互いの影響が少なく、制御も簡素で、制御自由度も向上することができる。

【0055】また、請求項2記載の発明では、請求項1記載の動力変換機構をベルト式無段階変速機として変速比を無段階で変化させて変速及びトルク増幅を行なうため、上記請求項1記載の発明の効果に加え、駆動輪からの要求駆動力に対してプラネタリギヤへの入出力トルク及び回転数を自由に制御することが可能となり、エンジン及び第1、第2のモータの制御をより最適化することができる効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図1】駆動系の基本構成を示す説明図

【図2】クラッチ解放状態でエンジンの駆動力を考慮して第1、第2のモータによって走行する場合のトルク及び電気の流れを示す説明図

【図3】クラッチ解放状態でエンジンの駆動力を考慮して第1のモータでは駆動を第2のモータでは発電をして走行する場合のトルク及び電気の流れを示す説明図

【図4】クラッチ解放状態で第1のモータを発電機として使用し、第2のモータで駆動力を発生させる制動の場合のトルク及び電気の流れを示す説明図

【図5】クラッチ解放状態で車両後退時のトルク及び電気の流れを示す説明図

【図6】クラッチ固定状態でエンジン及び第1、第2のモータによって走行する場合のトルク及び電気の流れを示す説明図

【図7】クラッチ固定状態で第1、第2のモータを発電機として使用する場合のトルク及び電気の流れを示す説明図

【図8】第2のモータのみを利用して駆動力を得る場合のトルク及び電気の流れを示す説明図

【図9】第2のモータのみを利用して制動力を得る場合のトルク及び電気の流れを示す説明図

【符号の説明】

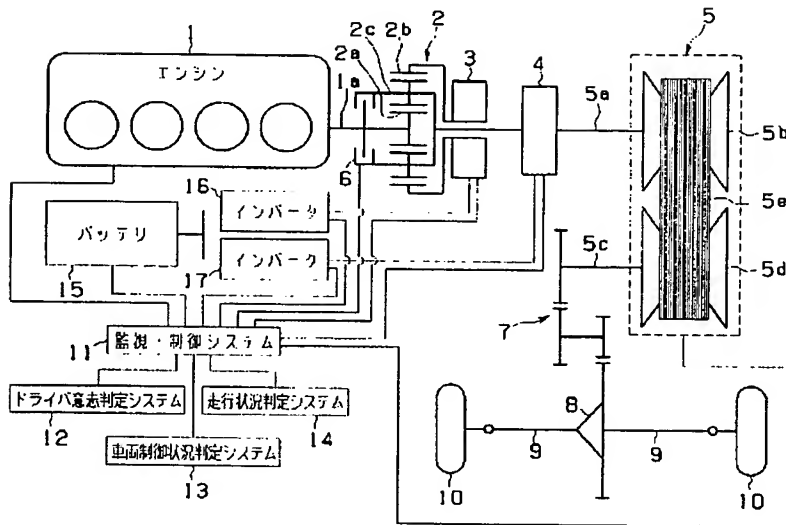
- 1 …エンジン
- 2 …プラネタリギヤユニット
- 2 a…サンギヤ
- 2 b…リングギヤ
- 2 c…キャリア
- 3 …第1のモータ

1 …第2のモータ

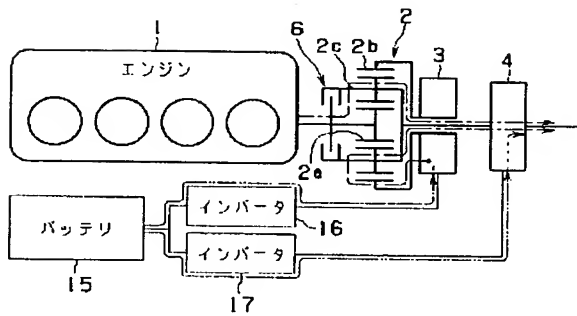
6 …クラッチ（連結機構）

5 …ベルト式無段変速機（動力変換機構）

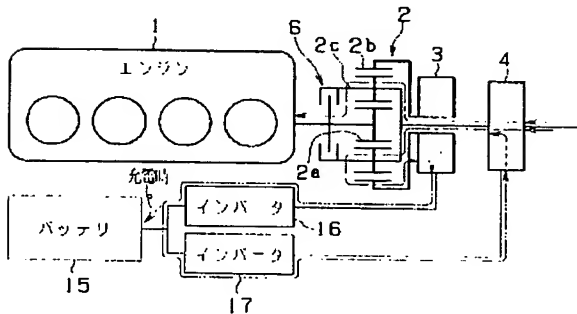
【図1】



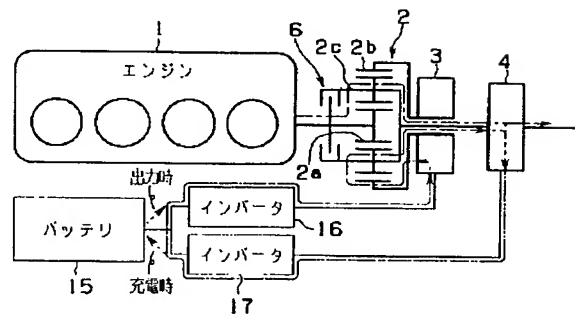
【図2】



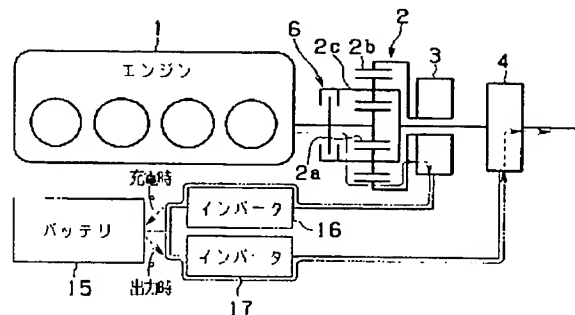
【図4】



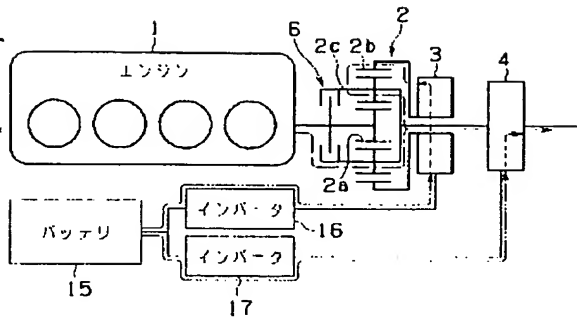
【図3】



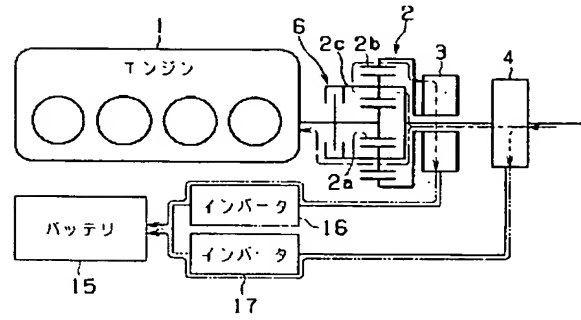
【図5】



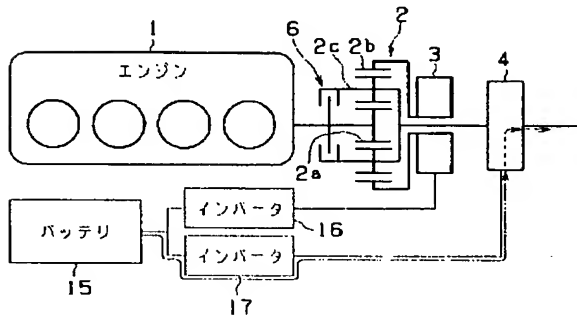
【図6】



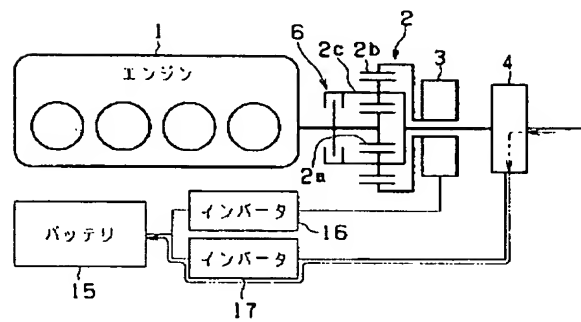
【図7】



【図8】



【図9】



THIS PAGE BLANK (USPTO)